

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-293466
(43)Date of publication of application : 05.11.1996

(51)Int.Cl. H01L 21/20
G02F 1/136
H01L 21/268
H01L 27/12
H01L 29/786
H01L 21/336

(21) Application number : 07-097153

(71)Applicant : SHARP CORP

(22) Date of filing : 21.04.1995

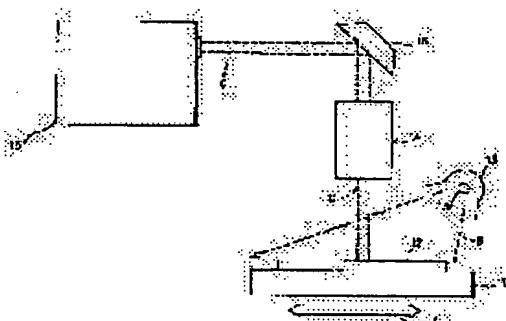
(72)Inventor : MITANI YASUHIRO
MIYAMOTO TADAYOSHI
HATADA YASUSHI

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR THIN FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor thin film in which the dimensional accuracy by scanning is enhanced and at the same time which is uniform and high quality throughout the whole surface of a large-area substrate.

CONSTITUTION: The laser beam C of a high output continuously irradiates the non-single-crystal semiconductor film of an irradiation substrate 12 on a tray 11, and the crystal particle diameter of the thin film is expanded or the thin film is made into a single crystal and at the same time, in a laser annealing device, high-intensity light B is radiated together with the laser beam C in a larger area than the area of a substrate for a longer period of time than the irradiation time of the laser beam C with a lower density than the irradiation energy density of the laser beam C from a high-intensity light unit 13, and the crystal growth is performed by the molten recrystallization of the non-single-crystal semiconductor film, thereby obtaining a semiconductor thin film crystalline layer with a uniform property of matter and a high-quality crystalline property. Also, since the heating of the whole of the substrate 12 is performed by the high-intensity light B, the tray scanning mechanism of the laser annealing device dispenses with a heating mechanism unlike a conventional one, and since only a scanning mechanism is used, the high dimensional accuracy by scanning can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-293466

(43)公開日 平成8年(1996)11月5日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/20			H 01 L 21/20	
G 02 F 1/136	5 0 0		G 02 F 1/136	5 0 0
H 01 L 21/268			H 01 L 21/268	Z
27/12			27/12	R
29/786			29/78	6 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-97153

(22)出願日 平成7年(1995)4月21日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 三谷 康弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 宮本 忠芳

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 畑田 泰志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

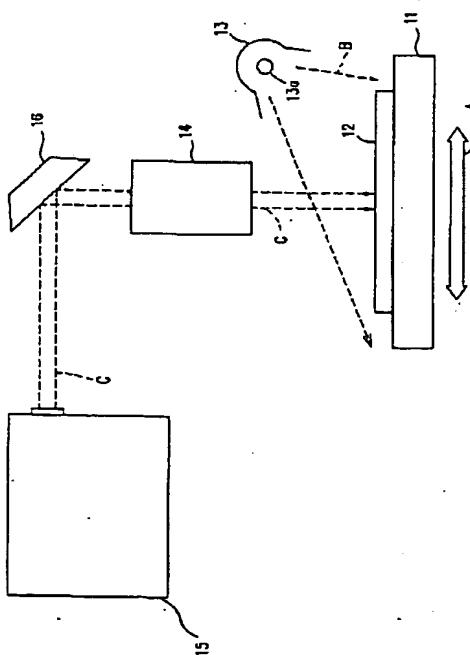
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 半導体薄膜の製造方法

(57)【要約】

【目的】 走査による寸法精度を向上させるとともに、大面積基板全面にわたって、均一で良質の半導体薄膜を得る。

【構成】 トレー11上の照射基板12の非単結晶半導体膜に高出力のレーザ光Cを連続的に照射して、この薄膜の結晶粒径拡大または単結晶化を図るとともに、レーザアニール装置において、レーザ光Cと同時に基板面積よりも大きく、レーザ光Cの照射時間よりも長く、レーザ光Cの照射エネルギー密度よりも低い強光Bを強光ユニット13から照射し、非単結晶半導体膜の熔融再結晶化で結晶成長させることにより、均一な物性で良質の結晶性を有する半導体薄膜結晶層を得る。また、照射基板12全体の加熱を強光Bにより行うため、レーザアニール装置のトレー走査機構には、従来のように加熱機構を持たせる必要がなく、走査機構のみ持たせれば良いので、走査による高い寸法精度が可能となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該非単結晶半導体膜全体に強光を照射して加熱する加熱工程と、

該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光と同時に、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有する半導体薄膜の製造方法。

【請求項2】 非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該非単結晶半導体膜全体に、照射エネルギー密度が該レーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光を照射して加熱する加熱工程と、

該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光と同時に、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有する半導体薄膜の製造方法。

【請求項3】 絶縁性基板上または該絶縁性基板上に設けられた絶縁膜上に非単結晶半導体膜を形成し、該非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該絶縁性基板よりも照射面積が大きくなるように、照射エネルギー密度が該レーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光を照射して加熱する加熱工程と、該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光と同時に、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有する半導体薄膜の製造方法。

【請求項4】 前記強光の照射時間がレーザ光の照射時間よりも長い請求項1または2、3記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項5】 前記レーザ光として、波長が400nm以下の紫外線を使用する請求項1または2、3記載の半導体薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばアクティブマトリックス型の画像表示装置やイメージセンサなどの薄膜トランジスタ（以下TFTという）などに用いられる、非単結晶半導体薄膜の多結晶化を行う半導体薄膜の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、硝子などの絶縁性基板上にTFTを有する半導体装置としては、TFTを画素の駆動に用いるアクティブマトリックス型液晶表示装置やイメージセンサーなどが知られている。これらの装置に用いられるTFTには、薄膜状のシリコン半導体を用いるのが一般的である。この薄膜状のシリコン半導体としては、非晶質シリコン半導体（a-Si）からなるものと結晶

2

性を有するシリコン半導体からなるものの2つに大別される。この非晶質シリコン半導体は成膜温度が低く、気相法で比較的容易に作製することが可能で量産性に富むため、最も一般的に用いられているが、導電性などの物性が結晶性を有するシリコン半導体に比べて劣るため、今後、より高速特性を得るためにには、結晶性を有するシリコン半導体からなるTFTの作製方法の確立が強く求められていた。なお、結晶性を有するシリコン半導体としては、多結晶シリコン、微結晶シリコン、結晶成分を含む非晶質シリコン、結晶性と非晶質性の中間の状態を有するセミアモルファスシリコンなどが知られている。これら結晶性を有する薄膜状のシリコン半導体を得る方法としては、

(1) 成膜時に結晶性を有する膜を直接成膜する。

【0003】 (2) 半導体膜を成膜しておき、熱エネルギーを加えることにより結晶性を有せしめる。

【0004】 (3) 半導体膜を成膜しておき、レーザー光のエネルギーにより結晶性を有せしめる。

【0005】 といった上記(1)～(3)の方法が知られている。

【0006】 しかしながら、(1)の方法では、成膜工程と同時に結晶化が進行するので、大粒径の結晶性シリコンを得るにはシリコン膜の厚膜化が不可欠であり、良好な半導体物性を有する膜を基板上の全面に渡って均一に成膜することが技術上困難である。また、成膜温度が600°C以上と高いので、安価な硝子基板が使用できないというコスト上の問題があった。

【0007】 また、(2)の方法では、大面積に対応できるという利点はあるが、結晶化に際し600°C以上の高温にて数十時間にわたる加熱処理が必要である。即ち、安価な硝子板の使用とスループットの向上を考えると、加熱温度を下げ、さらに短時間で結晶化させるという相反する問題点を同時に解決する必要があった。

【0008】 さらに、(3)の方法では、基板上の多結晶または非晶質半導体に高エネルギービームのレーザ光を照射しながら走査して、粒界のきれいな粗大粒の多結晶または単結晶の半導体層を形成する結晶化処理方法（特開昭56-103417号公報）が提案されている。ただし、基板全体を一度に照射できるほど出力を得ることができないのでビームを重ね合わせて照射する場合、均一性を良くするのが難しい。結晶性を有する半導体層を得るために、従来の方法でよく用いられている高エネルギービームのレーザ光の走査方法を図4に示す。

【0009】 図4は従来の半導体薄膜の製造方法の概要を示す図であって、aはレーザ光を照射する基板を含む装置の上面図、bはレーザ光を照射する基板を含む装置の側面図、cはレーザ光の発振時間とエネルギー出力の関係を示す図、dはレーザ光を順次照射した場合の基板を含む装置の上面図である。

【0010】 図4aに示すようにトレー1上に照射基板

3

2が載置され、この照射基板2の表面に、図4cに示す発振時間を持つレーザ光3が帯状に照射される。また、図4dに示すように矢印方向へのトレー1の走査によってレーザ光3の未照射領域を形成しないようにレーザ光3の照射領域4を順次重ね合わせながら繰り返し照射する必要がある(特開昭60-245124号公報および特開平3-286518号公報)。また、図4bに示すようにトレー1上の照射基板2を、トレー1の下方に設けられた電熱線よりなる加熱機構5によって加熱しながらレーザ光3を照射することにより、良質の結晶性を有する半導体薄膜を得ることができることが知られている(特開平1-196116号公報)。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の半導体薄膜の製造方法において、均一な物性で良質の結晶性を有する半導体層を得るためにには、レーザ光の形状、エネルギー均一性、ビーム内均一性の良いレーザ光を基板に対して高い精度で走査する必要がある。特に、硝子などの絶縁性基板上に設けられたアクティブマトリックス型の画像表示装置やイメージセンサーなどに利用できるTFTに用いる半導体薄膜においては、TFTの間隔が数十μm単位となって狭くて要求される精度は高く、レーザアニール装置のトレー走査機構には、半導体薄膜をパターニングする露光機と同程度の寸法精度が要求される。しかし、照射基板を加熱しながら搬送する機構を持つトレーでは高い精度のレーザ光の走査は困難となっていた。

【0012】本発明は、上記従来の問題を解決するもので、走査による寸法精度を向上させるとともに、大面積基板全面にわたって、均一で良質の半導体薄膜を得ることができる半導体薄膜の製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体薄膜の製造方法は、非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該非単結晶半導体膜全体に強光を照射して加熱する加熱工程と、該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光とともに、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0014】また、本発明の半導体薄膜の製造方法は、非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該非単結晶半導体膜全体に、照射エネルギー密度が該レーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光を照射して加熱する加熱工程と、該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光とともに、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0015】さらに、本発明の半導体薄膜の製造方法

4

は、絶縁性基板上または該絶縁性基板上に設けられた絶縁膜上に非単結晶半導体膜を形成し、該非単結晶半導体膜をレーザ光によりアニールして多結晶化する半導体薄膜の製造方法において、該絶縁性基板よりも照射面積が大きくなるように、照射エネルギー密度が該レーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光を照射して加熱する加熱工程と、該加熱工程の後、該非単結晶半導体膜上に該強光とともに、強光照射領域中に該レーザ光を照射し、該非単結晶半導体膜の多結晶化を行う多結晶化工程とを有するものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】また、好ましくは、本発明の半導体薄膜の製造方法における強光の照射時間がレーザ光の照射時間よりも長い。

【0017】さらに、好ましくは、本発明の半導体薄膜の製造方法におけるレーザ光として、波長が400nm以下の紫外線を使用する。また、好ましくは、本発明の半導体薄膜の製造方法におけるレーザ光として、発振時間が60nsec(秒)以下の紫外線を使用する。

【0018】

【作用】本発明においては、非単結晶半導体膜に高出力のエネルギービームのレーザ光を連続的に照射し、このレーザ光と同時に絶縁性基板面積よりも大きく、レーザ光の照射時間よりも長く、レーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光を非単結晶半導体膜全体に照射し、この非単結晶半導体膜の多結晶化を行う。

【0019】このように、非単結晶半導体膜の加熱を強光により行うため、レーザアニール装置のトレー走査機構には、従来のように加熱機構を持たせる必要がなくなり、走査機構のみ持たせれば良いので、半導体薄膜をパターニングする露光機と同等の寸法精度でレーザ光を走査させることができとなる。また、基板よりも大きな面積に強光を照射して基板全体を一度に加熱するので、基板温度の均一性も良く、スループットの上でも、例えばトレーを予備加熱する必要がないので有利である。さらに、例えば基板のトレーに走査機構を設ければ、光学系を固定することができるので、レーザ光の形状、エネルギー均一性、ビーム内均一性の良いレーザ光を形成することも可能となる。

【0020】また、このレーザ光として、波長が400nm以下の紫外線を使用すれば、例えば半導体シリコン膜の吸収係数にマッチングした波長であって、半導体シリコン膜の効率の良い加熱が可能となる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0022】図1は本発明の一実施例における半導体薄膜の製造方法の概要を示す図であって、レーザアニール装置の構成図である。

【0023】図1において、トレー11上に照射基板12が載置され、矢印Aの左右方向(走査方向)に搬送さ

れる。このトレー11上の照射基板12上方に、斜め方向から紫外線の強光Bを照射して基板全体を加熱する強光ユニット13が設けられている。この強光ユニット13の紫外線(UV)ランプ13aによって、照射基板12の全面、好ましくは、照射基板12よりも照射面積が大きくなるように、照射エネルギー密度がレーザ光の照射エネルギー密度よりも低い強光Bを照射して照射基板12を所定温度まで加熱する。また、トレー11上の照射基板12の真上には、例えばホモジナイザーであるビーム整形ユニット14が設けられ、レーザ発振器15からの多結晶化用のレーザ光Cを反射鏡16で反射させてビーム整形ユニット14に導き、このビーム整形ユニット14で所定のビームに整形して照射基板12上に照射する。このとき、レーザ光Cは、その波長が400nm以下で、その発振時間が60nsec以下とする。以上によりレーザアニール装置が構成される。

【0024】このように、基板を加熱しながらレーザ照射することにより、良質の結晶性を有する半導体薄膜の結晶層を得ることができる。また、レーザアニール装置のトレー走査機構には従来のように加熱機構を有する必要はなく、強光Bによって基板全体を加熱するので、トレー走査機構や光学系の精度を上げることができる。

【0025】ここで、まず、上記照射基板12について、以下に説明する。

【0026】図2は図1の照射基板12の断面図である。

【0027】図2において、絶縁性基板21上にベースコート膜22が設けられ、このベースコート膜22上に、レーザ光Cによって半導体薄膜としての例えば多結晶シリコン膜となる非晶質シリコン膜23が設けられている。これにより、照射基板12が構成されている。

【0028】この照射基板12の製造方法について説明する。

【0029】図2に示すように、300mm□程度の絶縁性基板(例えば硝子基板)21表面を洗浄後、絶縁性基板21上にベースコート膜22として二酸化シリコンを、スパッタリング装置を用いて厚さ300nm程度堆積させる。このベースコート膜22の必要膜厚は、絶縁性基板21の表面状態によって異なり、十分に平坦で、かつナトリウムイオンなどの半導体特性に悪影響を与えるイオンの濃度が十分に低い基板であれば、省略することも可能であり、逆に表面の状態が、傷や凹凸の激しいものであれば上記の膜厚よりも厚く堆積させる必要がある。このベースコート膜22上に化学的気相成長法(CVD法)やスパッタリング法を用いて非晶質シリコン膜23を50nm程度の厚さに堆積させる。以上によって照射基板12が得られる。

【0030】次に、本発明の半導体薄膜の製造方法について、以下に説明する。

【0031】図3は本発明の一実施例における半導体薄

膜の製造方法の概要を示す図であって、aはレーザ光Cおよび強光Bを照射する基板を含む装置の上面図、bはレーザ光Cおよび強光Bを照射する基板を含む装置の側面図、cはレーザ光Cおよび強光Bの時間とエネルギー出力の関係を示す図である。

【0032】図3a～図3cに示すように、照射基板12の非晶質シリコン膜23上全体に強光Bを照射して照射基板12を所定温度に加熱する。この加熱の後にも、非晶質シリコン膜23上に強光Bが照射され、この強光照射領域中にレーザ光Cを強光Bの照射と同時に照射して、シリコンの熔融再結晶化で結晶成長させることにより、均一な物性で良質の結晶性を有する半導体薄膜の結晶層を得る。

【0033】このとき、レーザ光Cの照射領域17は、強光Bの照射領域18に含まれている。このレーザ光Cの発振波長はXeClエキシマレーザの308nm、エネルギー出力は700mJ/パルスで、発振時間(パルス幅)は約50nsであり、発振周波数は300Hzとした。また、ビーム形状は300×0.5mmで基板表面のエネルギー密度は300mJ/cm²程度とする。

【0034】また、照射基板12の走査方法として、矢印Aの左右方向に1.5mm/secの速度でトレー11を動作させてレーザ光Cを順次走査させる。

【0035】さらに、強光Bについては、UVランプ13aである毛細管型高圧水銀ランプを用いて、レーザ光Cを照射する以前に、350mm□程度の範囲で、基板面積よりも照射面積が大きくなるように照射して加熱し、照射基板12の表面が所定温度の400°C程度となるようにした。また、図3cに示すように、点線の強光Bの照射時間は実線のレーザ光Cの発振照射時間より長くしている。これにより、均一な物性で良質の結晶性を有する半導体薄膜結晶層が得られるアニールが可能となった。また、強光Bはレーザ光Cの照射が完了した後もある一定時間照射しても良い。実際のレーザ光Cの照射条件は、膜厚などにより最適値は異なるが、レーザ光Cのエネルギー密度が200～400mJ/cm²程度で、強光Bによる照射基板12の表面温度が200～500°C程度になるようにする。

【0036】以上により、本発明の半導体薄膜結晶層の製造方法におけるレーザアニール装置の加熱機構を用いて、絶縁性基板21上に堆積された非晶質シリコン膜23にレーザ光Cを連続的に照射し、レーザ光Cと同時に絶縁性基板11の面積よりも大きく、レーザ光Cの発振照射時間よりも長く、レーザ光Cの照射エネルギー密度よりも低い強光Bを照射して、非単結晶半導体膜の多結晶化を行う。

【0037】つまり、本発明においては、非晶質シリコン膜23に高出力のエネルギービームのレーザ光Cを連続的に順次照射し、膜の結晶粒径拡大または単結晶化を図る半導体薄膜のレーザ光の照射方法と、レーザアーニー

ル装置において、レーザ光Cと同時に基板面積よりも大きく、レーザ光Cの照射時間よりも長く、レーザ光Cの照射エネルギー密度よりも低い強光Bを照射し、非単結晶半導体膜である非晶質シリコン膜23の熔融再結晶化で結晶成長させることにより、均一な物性で良質の結晶性を有する半導体薄膜結晶層を得るレーザアニール装置による加熱方法とを有している。

【0038】上記構成により、照射基板12全体の加熱を強光Bにより行うため、レーザアニール装置のトレー走査機構には、従来のように加熱機構を持たせる必要がなく、走査機構のみ持たせれば良いので、半導体薄膜をバターニングする露光機と同等の走査精度が可能である。また、照射基板12よりも大きな面積に強光Bを照射して基板全体を一度に加熱するので、基板温度の均一性も良く、スループットの上でも、トレーを予備加熱する必要がないので有利である。その上、基板のトレーに走査機構を設けることにより、光学系を固定することができるので、レーザ光の形状、エネルギー均一性、ピーム内均一性の良いレーザ光を形成することが可能となる。

【0039】なお、本実施例では、強光Bの光源は紫外線(UV)ランプ13aとしたが、レーザ光、赤外線ランプ、可視光ランプなどが考えられ、基板全体を、照射エネルギー密度がレーザ光Cの照射エネルギー密度よりも低い強光Bが照射できればよい。また、イオン注入層の活性化に本発明を適用し、アニール領域を均一にすることも可能である。

【0040】また、本実施例では、レーザ光の発振波長をXeCIエキシマレーザの308nmとし、レーザ光の発振波長を400nm以下としたが、これは、半導体膜、例えば半導体シリコン膜などの吸収係数にマッチングした波長であることが必要であり、また、半導体シリコン膜の効率の良い加熱を行うためには、発振波長が400nm以下の紫外線を照射することが必要であるためである。例えば、ハロゲンランプなどの光の波長が1μm程度にピークを持つ幅広い波長である場合、この光の大部分(恐らく90パーセント以上)が半導体シリコン膜を透過してしまい、半導体シリコン膜の充分な加熱が

行われない。

【0041】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、基板や非単結晶半導体膜全体の加熱を強光で行うため、基板のトレー走査機構には、従来のように加熱機構を持たせる必要がなく、走査機構のみを設ければよく、走査における寸法精度を向上させることができる。このため、レーザ照射の重複部分の寸法精度の向上と均一な加熱によりアニール領域における半導体薄膜の物性のばらつきもなくなる。これによって、均一で良質の半導体薄膜の結晶層を形成することができ、例えば高精細で大面積なアクティブマトリクス基板で、実用上十分なTFT特性を持たせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における半導体薄膜の製造方法の概要を示す図であって、レーザアニール装置の構成図である。

【図2】図1の照射基板12の断面図である。

【図3】本発明の一実施例における半導体薄膜の製造方法の概要を示す図であって、aはレーザ光および強光を照射する基板を含む装置の上面図、bはレーザ光および強光を照射する基板を含む装置の側面図、cはレーザ光および強光の時間とエネルギー出力の関係を示す図である。

【図4】従来の半導体薄膜の製造方法の概要を示す図であって、aはレーザ光を照射する基板を含む装置の上面図、bはレーザ光を照射する基板を含む装置の側面図、cはレーザ光の発振時間とエネルギー出力の関係を示す図、dはレーザ光を照射した場合の基板を含む装置の上面図である。

【符号の説明】

12 照射基板

17 レーザ光Cの照射領域

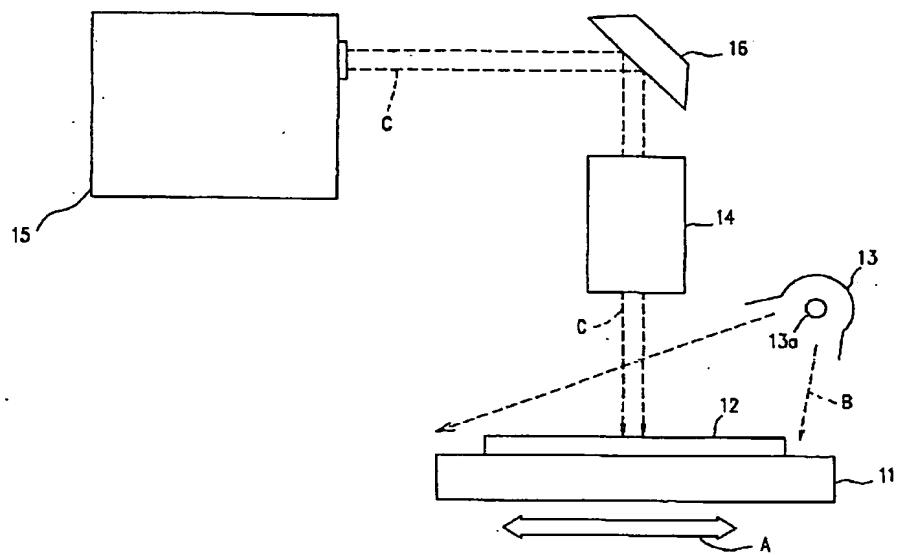
18 強光Bの照射領域

23 非晶質シリコン膜(非単結晶半導体膜)

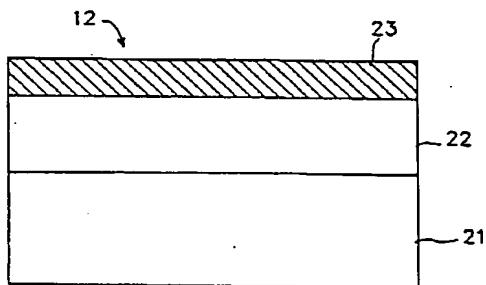
B 強光

C レーザ光

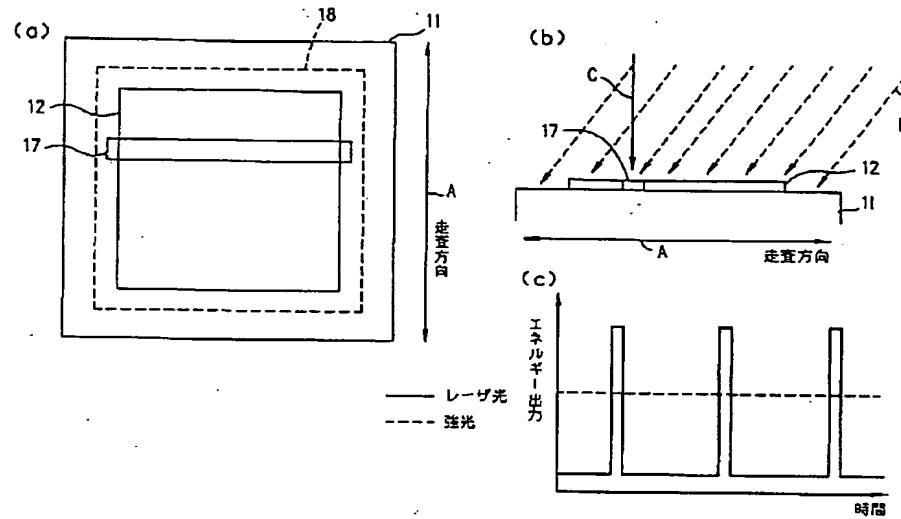
【図1】



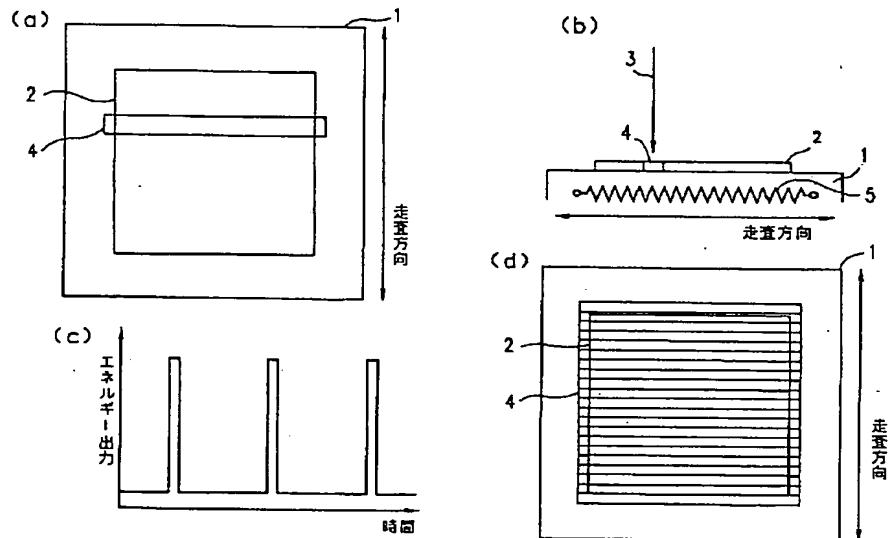
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁶
H 01 L 21/336

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所